ГЛАВА 15.

БОРТОВАЯ СИСТЕМА ПРОФИЛАКТИКИ НЕБЛАГОПРИЯТНОГО ВЛИЯНИЯ НЕВЕСОМОСТИ НА ОРГАНИЗМ КОСМОНАВТА



В.С. Бедненко
доктор биологических наук,
профессор, полковник.

При подготовке орбитальных полетов не вызывало сомнений, что невесомость является одним из важнейших факторов, который может стать определенным препятствием при освоении космического пространства. К числу основных эффектов длительного пребывания в невесомости относится развивающийся в этих условиях комплекс феноменов "неупотребления" или "атрофии от бездействия", вызванных отсутствием гравитационных стимулов.

Длительность пребывания космонавтов в невесомости в орбитальных полетах по программам "Восток", "Восход", "Союз" в период 1961—1969 гг. не превышала пяти суток. По этой причине в условиях полета специальной бортовой системы профилактики эффектов "атрофии от бездействия" не предусматривалось, хотя осуществлялась постепенная отработка отдельных элементов системы.

При осуществлении полетов по программе "Восток" необходимый уровень устойчивости организма к воздействию невесомости большей частью обеспечивался адекватной всесторонней подготовкой космонавтов. Вместе с тем уже в 1-м групповом космическом полете кораблей "Восток-3" и "Восток-4" в 1962 г. ученые ИАиКМ предусмотрели выполнение космонавтами общетонизирующих физических упражнений (В.И. Яздовский, Ю.М. Волынкин, А.Н. Генин, О.Г. Газенко и др.). При этом исходили из известных положений о том, что для сохранения мышечной силы достаточно кратковременного (на 5—7 с) максимального напряжения мышц 1 раз ежедневно. В полетах по программе "Восход" каждый член экипажа дважды в сутки по 10 мин выполнял комплекс из 6 физических упражнений с амортизатором, а также комплекс общетонизирующих упражнений (без амортизатора) по 5—8 мин после пробуждения от сна и в качестве "разминки" перед основной тренировкой. На кораблях "Союз" до 1969 г. включительно космонавты выполняли пробу с физической нагрузкой умеренной интенсивности с помощью резинового эспандера (3 серии по 10 растяжений эспандера в ритме примерно 1 раз в секунду

с интервалами между серий по 5 с). (О.Г. Газенко, Л.И. Какурин, А.Г. Кузнецов и др.).

Датой рождения бортовой системы профилактики в условиях полета, по-видимому, следует считать 1970 г., когда в связи с резким увеличением продолжительности пилотируемой экспедиции корабля "Союз-9" — до 18 суток — потребовался переход от перечисленных выше упражнений для отдельных групп мышц к эффективной и разносторонней системе профилактики. Проблемам ее обоснования и создания в 60-е гг. в Институте был посвящен ряд крупных комплексных НИР, в которых эти задачи, в частности, отрабатывались в модельных исследованиях с 70- и 100-суточной гипокинезией человека. Полученные результаты позволили заключить, что помимо задачи сохранения основных физических качеств человека в невесомости с помощью физических упражнений для сохранения ортостатической устойчивости в послеполетном периоде необходимы специальные воздействия на сосуды нижней половины тела, воспроизводящие давление крови на стенки сосудов (А.М. Генин, П.В. Васильев, И.Д. Пестов, В.И. Степанцов, В.Г. Волошин, А.В. Еремин, М.А. Тихонов).

Следует отметить, что к этому времени сотрудниками ИАиКМ совместно с ЦЭЗ ВВС и МПШО "Вымпел" уже была создана и отработана в модельных исследованиях функционально законченная бортовая система профилактики для длительных полетов на орбитальных пилотируемых станциях (ОПС) типа "Алмаз". Поэтому в период подготовки 18-суточного полета "Союз-9" Институтом было выдвинуто предложение об установке на этом корабле одной из составных частей указанной системы — комплексного тренажера физподготовки (КТФ) (Н.М. Рудный, Е.А. Карпов, А.М. Генин и др.).

В целом комплект КТФ, разработанный для ОПС "Алмаз", состоял из: 1) тредбана с электроприводом ("бегущая дорожка"), позволяющим регулировать скорость движения в пределах 4,5—9,0 км/ч; 2) тренировочно-нагрузочного костюма (ТНК); 3) притяжной системы амортизаторов (А.М. Генин, А.В. Еремин, И.Д. Пестов, Г.К. Соловьев, В.И. Степанцов, А.Д. Анцыпович). Однако ввиду ряда конструктивных, габаритно-весовых и прочностных ограничений на "Союзе-9" нашли применение лишь некоторые из элементов КТФ.

В бытовом отсеке корабля были размещены откидывающаяся площадка и система притяжных амортизаторов. Для распределения 30% имитируемой с помощью амортизаторов весовой нагрузки на верхнюю часть тела предназначался тренировочно-нагрузочный костюм ТНК-1: комбинезон с вмонтированными в продольном направлении резиновыми лентами, степень натяжения которых регулировалась. Космонавт, одетый в ТНК-1, пристегивая к последнему притяжные амортизаторы, обеспечивал себе опору и, стоя на опорной площадке, имел возможность выполнять ходьбу и бег на месте, прыжки, приседания, наклоны, упражнения с дополнительными амортизаторами и упражнения на координацию.

Комплекс тренировочных занятий, рекомендованный для длительных орбитальных полетов, строился на базе цикла из трех нагрузочных дней и одного дня активного отдыха (3+1) (В.И. Степанцов, А.В. Еремин, М.А. Тихонов). Упражнения каждого из трех нагрузочных дней имели преимущественную направленность на решение определенных задач. Первый день: сохранение скоростно-силовых качеств и ортостатической устойчивости; объем нагрузки малый, интенсивность субмаксимальная; энергетическая "стоимость" 380—420 ккал. Второй день: поддержание силовой выносливости и сохранение ортостатической

устойчивости; объем и интенсивность нагрузки средние; "стоимость" 450—500 ккал. Третий день: поддержание общей выносливости организма, сохранение ортостатической устойчивости, общей координации движений; объем нагрузки большой, интенсивность малая; "стоимость" 500—580 ккал. Четвертый день: активный отдых, выполнение функциональных проб; объем нагрузки малый, интенсивность по желанию испытуемых; "стоимость" 150 ккал.

Предусматривалось, что в полете каждый космонавт будет ежедневно дважды заниматься на КТФ по 1 ч. и 1 раз 30 мин. (утренняя зарядка или вечерняя прогулка). Общая суточная нагрузка в 4-дневном цикле должна была составлять в среднем 450 ккал.

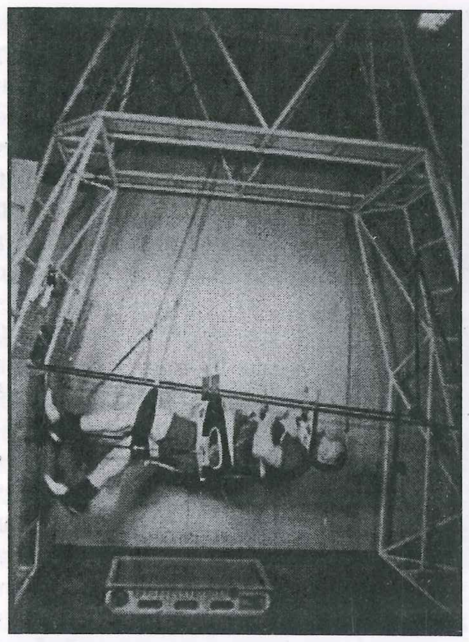
Как уже отмечалось выше, в связи с рядом ограничений система физических тренировок, разработанная для станции "Алмаз", не могла быть реализована в полном объеме на корабле "Союз-9". Продолжительность комплексов физических упражнений в начале полета составляла дважды в сутки по 30 мин, далее продолжительность каждого занятия была увеличена до 50—60 мин. Величина имитируемой гравитационной нагрузки при выполнении элементов ходьбы и бега на опорной платформе вместо рекомендуемых 45—55 кг составляла лишь 20—26 кг. Энергетическая "стоимость" одного 60-минутного цикла нагрузки в среднем не превышала 120 ккал, т. е. была в 3—4 раза меньше рекомендуемой. По этим причинам, хотя использованная на "Союзе-9" система физических тренировок и явилась определенным прогрессом в этой области, в послеполетном периоде у членов экипажа были обнаружены отчетливые признаки снижения ортостатической устойчивости, ухудшения физической работоспособности и биомеханики локомоций, атрофии антигравитационной мускулатуры.

С учетом полученных результатов комплекс средств физической тренировки в полете 1-й станции "Салют" в 1971 году был существенно расширен (В.И. Степанцов, А.В. Еремин, М.А. Тихонов). На борту станции был установлен КТФ в полном комплекте. Величина имитируемой с помощью притяжной системы гравитационной нагрузки составляла 50 кг. Занятия физическими упражнениями строились на базе цикла (3+1). В нагрузочные дни космонавты выполняли упражнения 3 раза в сутки: два раза по 75 мин и один раз 30 мин. Для более полной компенсации дефицита привычной земной активности антигравитационной мускулатуры, а также для создания осевой нагрузки на костный аппарат предусматривалось использование ТНК "Атлет", более совершенного по сравнению с ТНК-1. Использование ТНК "Атлет" предусматривалось в часы профессиональной деятельности вместо полетной одежды от 3 до 6 сеансов в день по 40—60 мин каждый. В ходе полета по просьбе космонавтов им было разрешено пользоваться костюмом "Атлет" круглосуточно, за исключением периода сна.

В связи с трагическим окончанием полета детальный анализ эффективности предложенной системы физической тренировки не представлялся возможным. Вместе с тем ряд показателей физического состояния членов экипажей, в частности степени изменения массы тела и периметров конечностей, свидетельствовали о том, что развитие проявлений синдрома невесомости и гиподинамии у космонавтов было значительно слабее.

Второй важнейшей составной частью бортовой системы профилактики, впервые предложенной и использованной в условиях полета на станции "Салют", явились метод и аппаратурное обеспечение (вакуумная емкость "Ветер" с

микронагнетателем воздуха) для создания отрицательного давления вокруг нижней половины тела (ОДНТ) (А.М. Генин, И.Д. Пестов, С.Б. Бибиков, П.И. Евач и др.). Основным назначением ОДНТ в полете является, во-первых, создание силовой нагрузки в направлении продольной оси тела, имитирующей вес, и, во-вторых, перераспределение крови и скопление ее в нижней части тела, характерное для земного вертикального положения. Оба эти эффекта оказывают тренирующее воздействие на организм и предупреждают развитие резких нарушений, прежде всего гемодинамики в период реадаптации.



Выполнение физических упражнений на "бегущей дорожке" в условиях моделирования перераспределения крови в организме, характерного для невесомости. На снимке — лауреат Государственной премии СССР, заслуженный тренер СССР В.И. Степанцов, один из авторов системы физических тренировок, предложенной для длительных космических полетов.

Отработкой режимов применения ОДНТ и поисками его оптимального "профиля" воздействия на организм как перед полетом станции "Салют-1", так и в последующие годы в Институте занимался большой коллектив специалистов (П.В. Васильев, А.М. Генин, И.Д. Пестов, В.Г. Волошин, В.С. Панченко, Б.Ф. Асямолов, В.А. Дегтярев, Л.Я. Андрияко, А.С. Нехаев, Ю.А. Бубеев). В полете 1-й ОПС функциональная проба с воздействием ОДНТ составила — 27 мм рт. ст. в течение 2 мин, — 36 мм рт. ст. — 3 мин; хотя по инициативе членов экипажа уровни разрежения временами доводились до –70 мм рт. ст. По мнению космонавтов, ОДНТ доставляла приятные ощущения; однако в полете проба была выполнена лишь двумя членами экипажа по одному разу.

Помимо КТФ и ОДНТ в комплекс бортовых средств профилактики на ОПС "Салют-1" для использования на заключительном этапе полета были введены противоперегрузочный костюм и фармакологический препарат секофен, обеспечивающие существенное повышение устойчивости к воздействию радиальных ускорений (А.Р. Котовская и др.).

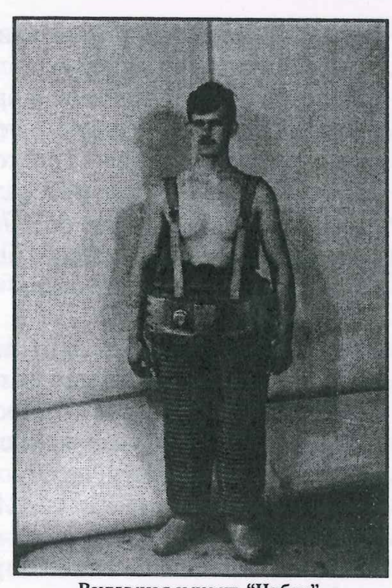
По данным анализа физиологических измерений, на всех участках полета до момента отделения спускаемого аппарата состояние членов экипажа было вполне удовлетворительным, а работоспособность сохранялась на достаточно высоком уровне. Таким образом, усилиями ученых ИАиКМ к полету первой ОПС была создана реальная методологическая, аппаратурная и методическая основа для предотвращения развития основных неблагоприятных эффектов космического полета и постепенного пролонгирования продолжительности пребывания в невесомости в последующих полетах до нескольких месяцев, а затем — до 1–1,5 лет. Следует отметить, что в течение всего 23-летнего периода полетов советских и российских ОПС вплоть до 1996 г. комплекс бортовых средств профилактики в методологическом отношении не претерпел принципиальных изменений.

В ходе 16-суточной экспедиции на орбитальной станции "Салют-3" в 1974 г. комплекс предложенных Институтом бортовых средств профилактики был использован членами экипажей почти в полном объеме (за исключением вакуумной емкости "Ветер" для создания ОДНТ, которая вышла из строя в начале полета). Впервые на станции оказалось возможным выполнять такие физические упражнения, как бег, так как по рекомендациям специалистов КТФ был установлен вблизи центра масс ОПС (на "Салюте-1" бег вызывал раскачивание объекта и по этой причине был запрещен). Проведенное после полета экипажа сравнение динамики течения восстановительного периода в сопоставлении с 18-суточным полетом "Союза-9" показало, что система профилактических средств, испытанная на ОПС, полностью себя оправдала. Острая фаза реадаптации продолжалась лишь 1—2 ч (у экипажа "Союз-9" — 2 суток), а дальнейшая нормализация функций протекала более благоприятно (Н.М. Рудный, Е.А. Карпов, А.М. Генин, В.А. Смирнов, П.В. Васильев, И.Д. Пестов и др.). Использование комплекса профилактических средств заслужило положительную оценку космонавтов и обеспечило сохранение их работоспособности в полете. Таким образом, в полете ОПС "Салют-3" впервые было получено заключение о высокой эффективности всего комплекса предложенных Институтом профилактических средств, опирающееся на самый важный и определяющий критерий — послеполетное состояние экипажа. Было показано, что изменения основных физиологических функций организма в 16-суточном полете не носили необратимого характера, что свидетельствовало о принципиальной возможности осуществления орбитальных экспедиций существенно большей продолжительности. Такие экспедиции длительностью 30 и 63 суток были осуществлены уже в 1975 г. на ОПС "Салют-4".

К полету ОПС "Салют-4" была осуществлена дальнейшая модернизация комплекса средств профилактики: в их состав по рекомендации специалистов ИАиКМ и ИМБП впервые был включен бортовой велоэргометр. Он позволил существенно дополнить комплексы ДФН педалированием с различными нагрузками; суммарная работа при педалировании была средней тяжести (мощность 450 кгм/мин в течение 5 мин). Вместо ранее применявшейся для создания ОДНТ вакуумной емкости "Ветер" по предложению специалистов ИАиКМ и ЭМЗ "Звезда" впервые использовался разработанный вакуумный костюм "Чибис" в виде брюк, имеющий значительно улучшенные эксплуатационно-технические качества (А.М. Генин, В.П. Горюшев, И.Д. Пестов, Е.Д. Самородов, Г.И. Северин, А.Ю. Стоклицкий, Е.П. Тихомиров, В.В. Ушинин). Кроме того, бортовая программа применения ОДНТ была существенно расширена, "Профиль" воздействия ОДНТ составлял — 25 мм рт. ст. в течение 2 мин и — 35 мм рт. ст. — 3 мин. Этот режим при использовании ОДНТ в качестве функциональной пробы не претерпел существенных изменений и к 1996 г. В целом в рекордном 63-суточном полете 2-й экспедиции на ОПС "Салют-4" проба с ДФН на велоэргометре выполнялась членами экипажа по 3—5 раз, а с ОДНТ — по 9—10 раз за период пребывания в невесомости.

В 49- и 18-суточных экспедициях на ОПС "Салют-5" в 1976—1977 гг. бортовой комплекс средств профилактики существенно не отличался от такового для станции "Салют-3". Все профилактические средства получили положительные отзывы космонавтов, однако в связи с нехваткой времени из-за чрезвычайно высокой насыщенности программы полета запланированный объем профилак-

тических мероприятий не был выполнен. Оба экипажа реализовали в полете примерно половину запланированного объема физических упражнений. Профилактическое воздействие ОДНТ в последние трое суток перед посадкой было выполнено в сокращенном объеме только вторым экипажем (Н.М. Рудный, С.А. Гозулов, И.Д. Пестов, П.В. Васильев, В.А. Дегтярев, И.С. Балаховский и др.). При послеполетном обследовании у космонавтов были обнаружены признаки астенизации, утомления и вегетативные нарушения, более выраженные у экипажа, совершившего 49-суточный полет.



Вакуумная емкость "Чибис".

В период полета ОПС "Салют-6" в 1977—1981 гг., в процессе которого было совершено пять длительных экспедиций, бортовая система профилактики претерпела дальнейшую модернизацию. Она включала велоэргометр и "бегущую дорожку" с системой притяга, ТНК "Пингвин", вакуумный костюм "Чибис", электростимулятор "Тонус". Наряду с этими уже достаточно широко апробированными в предыдущих полетах средствами в состав системы впервые были включены предложенные сотрудниками ИАиКМ окклюзионные манжеты "Пневматик" для регулирования перераспределения крови в организме в остром периоде адаптации у экипажей посещения ОПС и членов основных экипажей (И.Д. Пестов, В.Г. Волошин, В.С. Панченко, Б.Ф. Асямолов, В.А. Карпушева и др.). Кроме перечисленных средств в день посадки использовались противоперегрузочные костюмы и водно-солевые добавки (3 раза в день по 3 г поваренной соли вместе с 300—400 мл воды).

Физические тренировки выполнялись утром и вечером примерно с 4—7 суток полета по схеме (3+4). Костюмы "Пингвин" космонавты носили ежедневно и практически постоянно (за исключением периода сна). Проведение функциональных проб с ОДНТ осуществлялось периодически на протяжении всего полета. Кроме того, перед окончанием полета ОДНТ использовалась в тренировочном режиме воздействия.

Этот режим предусматривал двухэтапную тренировку с величинами разрежения от 10 до 45 мм рт. ст.: "предварительную" (начиналась за 18 суток до посадки, проводилась 1 раз в 4 дня по 20 мин) и "основную" (за 2 дня до посадки, 1 раз в день по 55 мин). Основной объем работы по МБО полетов выполнялся специалистами ИМБП; тем не менее многие из сотрудников ИАиКМ приняли активное участие в исследованиях, выполняя дальнейшую апробацию и испытания предложенных ими наработок по указанным проблемам (П.В. Васильев, И.Д. Пестов, В.И. Степанцов, В.С. Панченко, Б.Ф. Асямолов, В.А. Дегтярев, В.Т. Дорошев, А.С. Нехаев и др.).

Следует отметить, что полет ОПС "Салют-6" явился в определенной степени "переломным" в окончательной отработке бортовой системы профилактики. В ходе пяти длительных экспедиций было достигнуто постепенное наращивание продолжительности максимального пребывания в невесомости с 96 до 185 суток, что явилось доказательством принципиальной возможности выполнения человеком

целенаправленной и продуктивной деятельности в космическом полете большой продолжительности. При выполнении космонавтами специальной системы бортовых тренировок возникавшие в организме в полете функциональные изменения не прогрессировали, а после завершения полета постепенно восстанавливались и в целом не сказывались на состоянии здоровья.

За цикл работ по созданию и испытаниям системы МБО длительных космических полетов в 1978 г. коллектив ученых ИМБП и ИАиКМ под руководством О.Г. Газенко был заслуженно удостоен Государственной премии СССР, в том числе сотрудники Института П.В. Васильев, А.М. Генин, И.Д. Пестов и В.И. Степанцов.

В 1982—1985 гг. в период полета шести длительных экспедиций на ОПС "Салют-7" бортовая система профилактики не имела принципиальных отличий от таковой для "Салюта-6". Достигнута максимальная продолжительность пребывания в невесомости, которая составила 237 суток. В этот период сотрудники ИАиКМ продолжали дальнейшую апробацию и испытания в условиях полета окклюзионных манжет "Пневматик" (И.Д. Пестов, В.С. Панченко, Ю.С. Лопатинский, В.С. Бедненко и др.).

С 1986 г. по 1994 г. продолжается самый продолжительный в истории пилотируемой космонавтики полет ОПС "Мир". На станции работает уже 15-я по счету основная экспедиция. В ходе этих полетов уже достигнута максимальная продолжительность пребывания в невесомости, составляющая 1 год, и продолжается полет врача-космонавта с планируемой продолжительностью около 1,5 лет. В этих рекордных достижениях, без сомнения, ведущая роль принадлежит заложенной учеными ИАиКМ бортовой системе профилактики, которую в методологическом, методическом и эксплуатационно-техническом отношении можно считать окончательно сложившейся.



Окклюзионный профилактический костюм "Пневматик-2"

Следует также отметить, что в 80—90-е гг. сотрудники ИАиКМ выполнили ряд разработок по проблеме создания систем профилактики и защиты (СПЗ) космонавтов от эффектов острого периода адаптации к невесомости (ОПАН) применительно к перспективным космическим и авиационно-космическим летательным аппаратам.

Была обоснована целесообразность использования ряда модифицированных и новых СПЗ: в ОПАН — некоторых фармакологических адаптогенов диуретического действия, на этапах действия перегрузок — бескамерного противоперегрузочного устройства "Каркас", в период реадаптации — гипербарической оксигенации и лечебной электротранквилизации (И.Д. Пестов, В.С. Панченко, Э.В. Лапаев, Б.Ф. Асямолов, В.А. Карпушева и др.). Предложены методы и методики кардиосинхронной электростимуляции и электропневмостимуляции мышц (В.С. Панченко, В.А. Мухин);

показан положительный адаптогенный эффект ряда фармакологических рецептур с психостимулирующей и антидепрессионной активностью (С.И. Сытник, С.В. Калинкин, В.А. Пастушенков, В.А. Мухин, С.П. Рыженков). Сформулированы исходные требования к бортовому автоматизированному адаптивному контуру управления средствами профилактики и защиты, сопрягающему системы медицинского контроля с СПЗ и системой обеспечения жизнедеятельности (Г.П. Ступаков, В.С. Бедненко, А.К. Епишкин). Обоснованы методология и технические варианты построения бортовых адаптивных СПЗ, которые апробированы в модельных исследованиях (В.С. Бедненко, В.Ю. Абашев, Н.В. Солошенко). Разработан комплексный моделирующий стенд "Кентавр", имитирующий последовательное воздействие основных факторов авиационно-космического полета (В.С. Панченко, В.А. Мухин). Предложена управляемая иммерсионная модель воздействия невесомости на организм (И.Д. Пестов, А.В. Покровский).

Проведенный анализ истории создания современной бортовой системы профилактики неблагоприятного воздействия невесомости на организм показывает, что вклад ученых ИАиКМ в решение этой проблемы неоспорим. Ими создана методология построения СПЗ, заложены основы системы, созданы и апробированы в ряде космических экспедиций конкретные технические варианты средств профилактики, сделан большой теоретический и практический задел по проблеме создания СПЗ для перспективных космических и авиационно-космических летательных аппаратов.

Литература

1. **Андрияко Л.Я.** Изменение деятельности сердечно-сосудистой системы у человека при функциональной пробе с отрицательным давлением вокруг нижней половины тела: Дисс. канд. биол. наук. — М., 1974. — 169 с.

2. **Андрияко Л.Я., Волошин В.Г., Дегтярев В.А.** Гемодинамика здоровых людей при различных режимах отрицательного давления вокруг нижней половины тела // Космич. биол. и авиакосмич. мед. — 1977. — № 1. — С. 52—55.

3. **Асямолов Б.Ф., Панченко В.С., Пестов И.Д., Тихонов М.А.** Обоснование величины избыточного давления на нижнюю часть тела, обеспечивающей профилактику ортостатических нарушений // Космич. биол. и мед. — 1973. — № 6.

4. **Атьков О.Ю., Бедненко В.С., Елизарова Н.А.** Способ профилактики неблагоприятного действия невесомости у космонавтов: Авт. свид. СССР № 244354. — 1986.

5. **Атьков О.Ю., Бедненко В.С., Елизарова Н.А.** и др. Способ профилактики неблагоприятных гемодинамических реакций у космонавтов: Авт. свид. СССР № 244352. — 1986.

6. **Балаховский И.С., Вировец О.А., Волошин В.Г.** Изменение объема активно циркулирующей крови при декомпрессии нижней половины тела // Космич. биол. и мед. — 1970. — № 5. — С. 27—30.

7. **Бережнов Е.С., Бедненко В.С., Епишкин А.К.** Об общей методологии построения адаптивных систем профилактики неблагоприятного действия факторов космического полета как средства сохранения профессиональной работоспособности космонавтов // Профессиональная деятельность космонавтов и пути повышения ее эффективности. — Звездный городок, 1993. — С. 154—156.

8. **Бурназян А.И., Газенко О.Г.** (под ред.). Справочник по космической

биологии и медицине. — М.: Медицина, 1983.

9. **Буянов П.В., Береговкин А.В., Писаренко Н.В.** Профилактика отрицательного влияния гипокинезии на сердечно-сосудистую систему // Космич. биол. и мед. — 1967. — № 1. — С. 78—82.

10. **Васильев П.В.** О профилактике неблагоприятного влияния невесомости на организм человека // Невесомость. — М.: Медицина, 1974. — С. 278—298.

11. **Васильев П.В., Лапинская Б.Ю.** О результатах применения фармакологических препаратов у лиц, находящихся в условиях длительной гипокинезии // Проблемы космической биологии. — М.: Наука, 1969. — Т. 13. — С. 206—214.

12. **Волошин В.Г., Дивина Л.Я.** Изменение сердечной деятельности и ее фазовой структуры при декомпрессии нижней половины тела // Космич. биол. и авиакосмич. мед. — 1973. — № 6. — С. 60.

13. **Волошин В.Г., Дивина Л.Я.** Электрическая активность сердца при различной степени декомпрессии нижней половины тела // Космич. биол. и авиакосмич. мед. — 1972. — № 2. — С. 38—42.

14. **Волошин В.Г., Карпушева В.А., Степанцов В.И.** и др. Некоторые возможности профилактики неблагоприятных реакций при моделировании острого периода адаптации к невесомости // Космич. биол. и авиакосмич. мед. — 1979. — Т. 13, № 3. — С. 33—37.

15. **Волошин В.Г., Красных И.Г., Тютин Л.А.** Влияние декомпрессии нижней половины тела на состояние сердечно-сосудистой системы человека (по данным рентгенокимографии) // Космич. биол. и авиакосмич. мед. — 1973. — № 6. — С. 48.

16. **Волошин В.Г., Лапаев Э.В.** Функциональное состояние вестибулярного анализатора при создании отрицательного давления на нижнюю половину тела // Космич. биол. и авиакосмич. мед. — 1976. — № 6. — С. 68—72.

17. **Волошин В.Г., Пестов И.Д., Асямолов Б.Ф.** Окклюзионная тренировка в условиях длительной гиподинамии // Проблемы космической биологии. — М.: Наука, 1969. — Т. 13. — С. 200—206.

18. **Воробьев Е.И., Газенко О.Г., Генин А.М.** и др. Результаты медицинских исследований при проведении длительных пилотируемых полетов по программе “Салют-6” // Космич. биол. и авиакосмич. мед. — 1984. — № 1. — С. 14—29.

19. **Воробьев Е.И., Егоров А.Д., Какурин Л.И.** и др. Медицинское обеспечение и основные результаты обследования экипажа космического корабля “Союз-9” // Космич. биол. — 1970. — № 6. — С. 26—31.

20. **Воробьев Е.И., Нефедов Ю.Г.** и др. Некоторые результаты медицинских исследований, выполненных во время полетов космических кораблей “Союз-6”, “Союз-7”, “Союз-8” // Космич. биол. — 1970. — № 2. — С. 65—73.

21. **Газенко О.Г., Какурин Л.И., Кузнецов А.Г.** (под ред.). Космические полеты на кораблях “Союз”. — М.: Наука, 1976.

22. **Газенко О.Г., Касьян И.И.** (под ред.). Физиологические проблемы невесомости. — М.: Медицина, 1990.

23. **Генин А.М., Волошин В.Г., Соколов В.И., Тихонов М.А.** Альвеолярная вентиляция и легочный кровоток при действии отрицательного давления на нижнюю часть тела // Космич. биол. и мед. — 1969. — № 6. — С. 66—70.

24. **Генина А.М., Горюшев В.П., Пестов И.Д.** и др. Устройство для создания пониженного барометрического давления на нижнюю часть тела человека // Открытия. Изобретения. — 1973. — № 6. — С. 10.

25. **Генин А.М., Пестов И.Д.** Против неблагоприятного влияния невесомости // Авиация и космонавтика. — 1972. — № 3. — С. 30—33.

26. **Генин А.М., Пестов И.Д.** Экспериментальное обоснование некоторых методов профилактики неблагоприятного действия невесомости // Человек в космосе. — Ереван, 1971. — С. 6.

27. **Генин А.М., Сорокин П.А.** (под ред.). Длительное ограничение подвижности и его влияние на организм человека // Проблемы космической биологии. — М.: Наука, 1969. — Т. 13.

28. **Генин А.М., Сорокин П.А., Гурвич Г.И.** и др. Основные результаты исследований влияния 70-суточной гиподинамии на организм человека // Проблемы космической биологии. — М.: Наука, 1969. — Т. 13. — С. 247—253.

29. **Григорьев А.И., Какурин Л.И., Пестов И.Д.** и др. Защита организма от неблагоприятного влияния невесомости // Космическая биология и медицина. — М.: Наука, 1987. — С. 59—87.

30. **Дегтярев В.А., Андрияко Л.Я., Михайлов В.М.** и др. Реакция кровообращения на функциональную пробу с созданием ОДНТ у первого экипажа орбитальной станции "Салют-6" // Космич. биол. и мед. — 1980. — Т. 14, № 15. — С. 29—32.

31 **Дегтярев В.А., Дорошев В.Г., Батенчук-Туско Т.В.** и др. Исследования кровообращения при отрицательном давлении над нижней половиной тела на орбитальной станции "Салют-4" // Космич. биол. и авиакосмич. мед. — 1977. — Т. 2, № 3. — С. 26.

32. **Дегтярев В.А., Дорошев В.Г., Кириллова З.А.** и др. Реакция членов экипажей орбитальной станции "Салют-5" на пробу с ОДНТ // Космич. биол. и мед. — 1980. — Т. 14, № 4. — С. 11—16.

33. **Дегтярев В.А., Воскресенский А.Д., Калмыкова Н.Д.** и др. Функциональная проба с декомпрессией нижней половины тела при 30-суточной антиортостатической гипокинезии // Космич. биол. и авиакосмич. мед. — 1974. — Т. 8, № 1. — С. 61—65.

34. **Дегтярев В.А., Калмыкова Н.Д., Кириллова З.А., Завыкин К.П.** Функциональная проба с декомпрессией нижней половины тела // Результаты комплексного эксперимента с воздействием на человека 30-суточной гиподинамии и антиортостатического положения тела: Отчет ИАиКМ. — М., 1971. — С. 99—104.

35. **Дорошев В.Г., Георгиевский В.С., Лапшина Н.А.** и др. Кровообращение при физической нагрузке у членов экипажей первой основной экспедиции "Салют-6" // Космич. биол. и авиакосмич. мед. — 1980. — Т. 14, № 3. — С. 15—18.

36. **Егоров Б.Б., Георгиевский В.С., Михайлов В.М.** и др. Значение электростимуляции мышц нижних конечностей в повышении ортостатической устойчивости // Космич. биол. и мед. — 1963. — № 6. — С. 62—65.

37. **Еремин А.В., Бажанов В.В.** и др. Физическая тренировка человека в условиях длительной гиподинамии // Проблемы космической биологии. — М.: Наука, 1969. — Т. 13. — С. 191—199.

38. **Еремин А.В., Степанцов В.И., Соколов В.И.** и др. К вопросу об оценке физической работоспособности при длительной гиподинамии //

Физиологические проблемы детренированности. — М., 1970. — С. 222—229.

39. **Калиниченко В.В., Асямолов Б.Ф., Жернавков А.Ф.** Ортостатическая устойчивость у космонавтов после 30- и 63-суточных полетов на орбитальной станции "Салют-4" // Космич. биол. и мед. — 1976. — Т. 10, № 5. — С. 18—23.

40. **Карпов Е.А., Терентьев В.Г., Ярошенко Г.Л.** и др. Разработка предложений к проекту "Руководства по медицинскому обеспечению длительных орбитальных космических полетов": Отчет ИАиКМ. — М., 1974.

41. **Кобзев Е.А., Ицеховский О.Г., Дегтярев В.А.** Предварительная оценка переносимости функциональной пробы с ОДНТ у второго экипажа в 140-суточном полете на орбитальной станции "Салют-6" // IX Гагаринские чтения. — М., 1979.

42. **Котовская А.Р.** Переносимость человеком перегрузок применительно к практике космических полетов: Дисс. докт. мед. наук. — М., 1970.

43. **Котовская А.Р., Вартбаронов Р.А., Симпура С.Ф.** Изменение переносимости перегрузок после 70-суточной гиподинамии // Проблемы космической биологии. — М.: Наука, 1969. — Т. 13. — С. 240—247.

44. **Михайлов В.М., Георгиевский В.С.** Влияние курса электростимуляции мышц на ортостатическую устойчивость человека // Космич. биол. и авиакосмич. мед. — 1976. — № 6. — С. 37—41.

45. **Пестов И.Д.** Невесомость как экстремальный фактор космического полета // Руководство по физиологии. Физиология экстремальных воздействий. — Л.: Наука, 1979.

46. **Пестов И.Д.** Исследование эффективности средств и методов профилактики неблагоприятных реакций, связанных с изменением гидростатического давления крови // Космич. биол. и мед. — 1972. — № 4. — С. 59—64.

47. **Пестов И.Д., Асямолов Б.Ф., Панченко В.С.** Возможности профилактики ортостатических расстройств в экспериментах с имитацией невесомости методом воздействия пониженного давления на нижнюю половину тела // Физиология и клинические эффекты воздействия локального отрицательного давления на организм человека и животного. — М.: ВНИИФК, 1972. — С. 37—38.

48. **Пестов И.Д., Гератеволь Э.Д.** Невесомость // Основы космической биологии и медицины. — М.: Наука, 1979. — С. 39—40.

49. **Пестов И.Д., Панченко В.С., Асямолов Б.Ф.** Средства и методы профилактики реакций, связанных с отсутствием гидростатического давления крови в невесомости // Космическая биология и авиакосмическая медицина. — Калуга, 1972.

50. **Пестов И.Д., Хачатурьянц Л.С.** Отчет по результатам заключительных комплексных исследований двух экипажей в учебном космическом корабле "Восход": Отчет ИАиКМ. — М., 1965.

51. **Пометов Ю.Д., Михайлов В.М., Андрецов В.А.** Применение ОДНТ-тренировок у экипажей орбитальной станции "Салют-6" для профилактики ортостатических расстройств // Космическая биология и авиакосмическая медицина. — М.; Калуга, 1982. — Ч. 1. — С. 28—29.

52. Результаты медицинских исследований, выполненных на орбитальном научно-исследовательском комплексе "Салют-6" — "Союз". — М.: Наука, 1986.

53. **Рудный Н.М., Карпов Е.А., Генин А.М.** и др. Разработка методов и средств медицинского обеспечения длительных космических полетов человека на космическом комплексе "Салют-3" и исследования профессиональной деятельности

экипажей: Отчет ИАиКМ. — М., 1974.

54. **Рудный Н.М., Карпов Е.А., Генин А.М.** и др. Оценка экспериментальных данных, полученных при полете корабля "Союз-9", применительно к задачам медицинского обеспечения полета корабля. Медицинские исследования по разработке рекомендаций, направленных на обеспечение деятельности экипажей обитаемых космических кораблей: Отчет ИАиКМ. — М., 1970. — Инв. № 7597.

55. **Симонов П.В., Касьян И.И.** (под ред.). Физиологические исследования в невесомости. — М.: Медицина, 1983.

56. **Сисакян Н.М.** (под ред.). Второй групповой космический полет. — М.: Наука, 1965.

57. **Сисакян Н.М., Яздовский В.И.** (под ред.). Первые космические полеты человека. — М.: АН СССР, 1962.

58. **Сисакян Н.М., Яздовский В.И.** (под ред.). Первый групповой космический полет. — М.: Наука, 1964.

59. **Степанцов В.И., Еремин А.В.** Зависимость между характером физической тренировки и переносимостью поперечных перегрузок // Физиологические проблемы детренированности. — М.: ВНИИФК, 1970. — С. 267—275.

60. **Степанцов В.И., Еремин А.В., Тихонов М.А.** Средства и методы физической тренировки человека в длительных космических полетах // Невесомость. — М.: Медицина, 1974. — С. 298—314.

61. **Степанцов В.И., Тихонов М.А., Еремин А.В.** Физическая тренировка как метод профилактики гиподинамического синдрома // Космич. биол. и мед. — 1972. — № 4. — С. 64—68.

62. **Юганов Е.М., Пестов И.Д., Хачатурьянц Л.С.** и др. Исследование эффективности методов и средств медицинского обеспечения и анализ психофизиологической структуры деятельности экипажей в космическом полете в составе орбитального комплекса "Салют-5": Отчет ИАиКМ. — М., 1976.

63. **Юганов Е.М., Хачатурьянц Л.С., Серяпин А.Д.** и др. Анализ и оценка научно-технического уровня создания космического комплекса "Союз", обеспечение этапов летно-конструкторских и зачетных испытаний: Отчет ИАиКМ. — М., 1975.